

## 5 Conclusão

### 5.1 Considerações Finais

Tradicionalmente, o âmbito da pesquisa em otimização combinatória se divide em duas vertentes independentes: aquela que lida com abordagens heurísticas e aquela que trabalha com algoritmos exatos. Ao longo da última década, porém, novas pesquisas combinando o uso dessas duas abordagens começaram a ganhar destaque.

Por meio desses trabalhos, surgiram os conceitos de vizinhança de bola e elipsoidal, que correspondem à introdução de ideias pertencentes ao âmbito das metaheurísticas no mundo exato. Na forma de restrições inseridas sobre as formulações adotadas para um problema tratado, permitem tirar proveito da eficiência computacional trazida por resolvidores MIP de modo a explorar vizinhanças em torno de uma ou mais soluções-base.

Assim, o problema escolhido para ser abordado foi o CVRP, de grande importância tanto prática quanto teórica, conforme evidenciado ao longo do trabalho. Adotou-se como algoritmo exato a proposta de *Branch-and-Cut-and-Price Robusto* de Fukasawa *et al.* [22], por ser um dos métodos exatos de maior sucesso atualmente.

Experimentos realizados apresentaram bons resultados, sendo possível a análise de vizinhanças  $t$ -OPT da ordem de 10, 20 e 30 em razoáveis tempos de computação, para instâncias de médio e grande porte. Contudo, apontaram para uma dificuldade em se obterem vizinhos viáveis após a inserção do corte de *local branching*. Nesse sentido, a vizinhança elipsoidal, junto com algumas outras ideias acessórias utilizadas a fim de facilitar a reconstrução de rotas, permitem contornar esse problema. Obteve-se, portanto, ótimo desempenho para grande parte das instâncias constantes na literatura.

Contudo, para as poucas instâncias que estão entre as maiores e mais difíceis, essa dificuldade ainda se faz presente. O uso de técnicas de randomização aponta para uma forma de se tentar contornar esse problema. Entretanto, nos testes realizados, os resultados não foram satisfatórios, necessitando-

se de um estudo mais aprofundado, tanto de estratégias de randomização quanto das consequências do uso dessa na vizinhança.

## 5.2

### Trabalhos Futuros

Os seguintes tópicos sinalizam para possibilidades de pesquisas futuras envolvendo o objeto de estudo deste trabalho:

- i) Aplicação das vizinhanças sobre a formulação clássica de dois índices e comparação com os resultados aqui apresentados. É interessante saber se formulações mais ou menos fortes levam à obtenção de soluções melhores nas vizinhanças;
- ii) Testar a aplicação da vizinhança elipsoidal para quatro ou mais soluções, conforme descrito por Amaral [1], e comparar com os resultados apresentados neste trabalho;
- iii) Tentar entender a fundo as características dos grafos subjacentes à estrutura dos cortes elipsoidais;
- iv) Uso de novas estratégias para facilitar a reconstrução de rotas após a adição dos cortes;
- v) Uso da abordagem *Relaxation Induced Neighborhood Search* de Danna *et al.* [14]; e
- vi) Testar o uso de estratégias de *Randomized Rounding* para obter soluções viáveis na vizinhança.